

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-102167

(43)Date of publication of application : 23.04.1993

(51)Int.Cl.

H01L 21/324

(21)Application number : 03-289181

(71)Applicant : SHIN ETSU HANDOTAI CO LTD

(22)Date of filing : 07.10.1991

(72)Inventor : IINO EIICHI

FUSEGAWA IZUMI

HIROHATA TATSUAKI

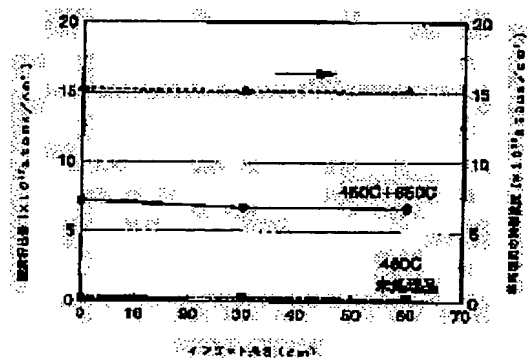
YAMAGISHI HIROTOSHI

(54) HEAT TREATMENT OF SILICON

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide the heat treatment method, of silicon, wherein an oxygen precipitation distribution in a crystal growth direction can be improved, especially an oxygen precipitation amount at a crystal bottom part is not lowered and a prescribed oxygen precipitation amount can be obtained uniformly in the crystal growth direction.

CONSTITUTION: Single-crystal silicon which has been manufactured by the Czochralski method is heat-treated at a low temperature of 400 to 550° C; in addition, it is heat-treated additionally at 650 to 750° C.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 30.08.1993

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 08.10.1996

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-102167

(43)公開日 平成5年(1993)4月23日

(51)Int.Cl.⁵
H01L 21/324

識別記号 庁内整理番号
Z 8617-4M

FI

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数6(全 6 頁)

(21)出願番号 特願平3-289181

(22)出願日 平成3年(1991)10月7日

(71)出願人 000190149

信越半導体株式会社

東京都千代田区丸の内1丁目4番2号

(72)発明者 飯野 栄一

群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越半
導体株式会社半導体磯部研究所内

(72)発明者 布施川 泉

群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越半
導体株式会社半導体磯部研究所内

(72)発明者 廣畑 達明

群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越半
導体株式会社半導体磯部研究所内

(74)代理人 弁理士 館野 公一

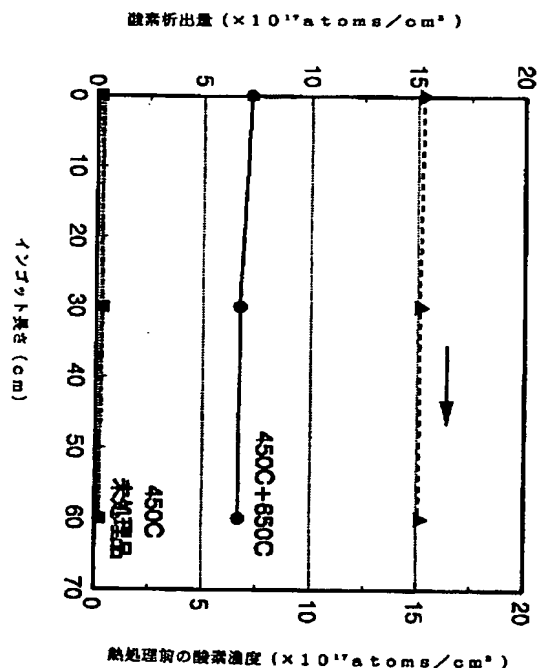
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 シリコンの熱処理方法

(57)【要約】

【目的】 特に高温プロセスにおいて、結晶成長方向の酸素析出分布を改善することができ、特に結晶底部の酸素析出量が低下せず、かつ所定の酸素析出量を結晶成長方向に均一に得ることができるようにしたシリコンの熱処理方法を提供する。

【構成】 チョクラスキー法で製造した単結晶シリコンを400～550℃の低温で熱処理し、加えて更に650～750℃で熱処理する



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 チョクラスキー法で製造した単結晶シリコンを400～500℃の低温で熱処理し、加えて更に650～750℃で熱処理することを特徴とするシリコンの熱処理方法。

【請求項2】 単結晶シリコンがシリコンウェーハであることを特徴とする請求項1記載のシリコンの熱処理方法。

【請求項3】 単結晶シリコンがシリコンインゴットであることを特徴とする請求項1記載のシリコンの熱処理方法。

【請求項4】 チョクラスキー法で製造した単結晶シリコンを、先に1200～1350℃で高温熱処理し、次いで上記低温熱処理することを特徴とする請求項1～3のいずれか1項記載のシリコンの熱処理方法。

【請求項5】 チョクラスキー法で製造した単結晶シリコンを、先に1200～1350℃で高温熱処理し、次いで400～550℃で低温熱処理し、更に650～750℃で熱処理し、これに続いて800～900℃と1100～1200℃を組み合わせた酸素析出熱処理を行なうことを特徴とするシリコンの析出酸素量制御熱処理方法。

【請求項6】 チョクラスキー法で製造した単結晶シリコンを、400～550℃で低温熱処理し、更に650～750℃で熱処理し、これに続いて800～900℃と1100～1200℃を組み合わせた酸素析出熱処理を行なうことを特徴とするシリコンの析出酸素量制御熱処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、チョクラスキー法（CZ法）で製造した単結晶シリコンにおいて結晶の成長方向に均一に、目的の酸素析出量を得ることができるようにしたシリコンの熱処理方法に関する。

【0002】

【従来の技術】チョクラスキー法で製造した単結晶シリコン中には過飽和な酸素が含まれている。この過飽和酸素はLSI製造工程の熱処理中に析出し、酸化物析出物を発生させる。これら析出物は素子形成領域から離れた領域に導入された場合には、ゲッタリング中心として働き、素子製造工程中に導入される可能性のある種々の不純物を取り込み、素子形成領域を正常に保つことが可能である。一方、この析出物が素子形成領域に導入されると接合リーク等、特性劣化を引き起こし、素子にとって有害な役割を果たす。従って、歩留まりよくLSIを製造するには酸素の析出量を制御することが重要である。

【0003】CZ単結晶シリコン中に含まれる酸素の析出特性は、結晶中の初期酸素濃度と結晶育成中の熱履歴に強く依存し、同一CZ単結晶シリコン中でも種結晶側

と底部では熱履歴が異なる。このため、酸素の析出特性も種側と底部では異なる。すなわち、単結晶シリコンの種側の酸素析出量は多く、底部の酸素析出量は少なくなり、結晶の成長方向に不均一な析出分布となっているものである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記の点を解決しようとするもので、その目的は、特に高温プロセスにおいて、結晶成長方向の酸素析出分布を改善することができ、特に結晶底部の酸素析出量が低下せず、かつ所定の酸素析出量を結晶成長方向に均一に得ることができるようにしたシリコンの熱処理方法を提供することにある。

【0005】上記目的を達成するために、本発明のシリコンの熱処理方法においては、チョクラスキー法で製造した単結晶シリコンを400～550℃の低温で熱処理し、加えて更に650～750℃で熱処理するものである。熱処理温度が上記した範囲外では、酸素析出量が十分でない。

【0006】単結晶シリコンはシリコンウェーハであってもよいし、シリコンインゴットであってもよい。さらに、本発明を効果的にするには、引き上げられた単結晶を一度炉内から出してインゴットまたはウェーハで高温、約1200℃以上融点以下の温度好ましくは1200～1350℃の温度で熱処理し、該シリコン単結晶を初期化し、次いで上記400～550℃の熱処理と、650～750℃の熱処理を順次行なうのが好ましい。

【0007】単結晶をウェーハ状態とすると、熱処理を受けるに際し、結晶欠陥の発生、あるいは破壊を生ずることがなく、このためインゴットよりも効果的に本発明の実施ができる。しかし、インゴットのままで行なうと、作業が能率化する利点がある。

【0008】上記の高温、低温熱処理に続いて、650～750℃の熱処理、更に、800～900℃の中温熱処理を挿入した後に1100℃以上の析出熱処理が後述の実施例のように行なわれることによって、半導体集積回路の形成をより高性能に、そしてその良品収量を高めることが可能となる。

【0009】チョクラスキー法においては、シリコン融液から単結晶シリコンを結晶成長させるため、シリコンの融点である1420℃から室温に向けて連続的に冷却される。このために、単結晶シリコンの頭部と底部では受ける熱履歴が異なる。そこで、必要に応じてこの結晶育成中の熱履歴を高温熱処理を行なうことによって初期化し、酸素析出に有効な極く低温部の熱処理を行なうと、結晶の成長方向の不均一な析出分布を改善させる、あるいは、高温初期化を行なわずとも結晶育成中に底部に向けて足りない熱履歴を一定の低温熱処理で補うことにより結晶の成長方向の不均一な析出分布を改善させるものである。

【0010】本発明の熱処理における各工程は次のような意義を有する。

① 1200～1350℃での熱処理

この工程①の熱処理は結晶育成中の熱履歴を初期化する熱処理であり、必要に応じて導入される。析出量の自由な制御を目的とせず、結晶の成長方向の析出量の均一化のみを図る場合はこの高温熱処理は省略される。

② 400～550℃での熱処理

③ 650～750℃での熱処理

工程②、③は、酸素析出核を単結晶シリコン中に均一に導入する熱処理であり、本発明の要点である。

④ 800～900℃での熱処理

工程④は、次の工程の熱処理において酸素の析出を起こさせるために必要な熱処理である。

⑤ 1100～1200℃での熱処理

工程⑤の熱処理で酸素の析出を起こさせる。

【0011】本発明の標準的な適用例を示すと下記の通りである。

① 熱処理温度：1280℃

熱処理時間：60分

熱処理雰囲気：dry O₂

② 熱処理温度：400～550℃

熱処理時間：120分

熱処理雰囲気：dry O₂

③ 熱処理温度：650～750℃

熱処理時間：60～120分

熱処理雰囲気：dry O₂

④ 熱処理温度：800～900℃

熱処理時間：4時間

熱処理雰囲気：N₂、dry O₂

⑤ 熱処理温度：1150℃

熱処理時間：16時間

熱処理雰囲気：dry O₂

【0012】

【作用】 CZ法で製造した単結晶シリコンを400～550℃の低温で熱処理し、加えて更に650℃～750℃で熱処理することにより酸素析出核を単結晶シリコン中に均一に導入することができる。また、上記の熱処理に先立ち必要に応じて、1200～1350℃の高温熱処理を行なうことにより、結晶育成中の熱履歴が初期化される。更に、400～500℃と650～750℃の熱処理の後に、800～900℃と1100～1200℃を組み合わせた熱処理を行なうことにより、酸素の析出が行なわれる。以上のような本発明の熱処理により、CZ法による単結晶引き上げの際の熱履歴の相違に基づく酸素析出量の分布の不均一性を均一化することができる。

【0013】

【実施例】以下に実施例を挙げて本発明を説明するが、本発明がこれらの記載によって制限されるものでないこ

とはいうまでもない。

実施例1 <結晶成長方向の酸素析出分布の改善(1)>

使用したサンプルは次の通りである。

導電型：N型(Pドープ)

結晶径：150mmφ

電気抵抗率：10(Ω・cm)

格子間酸素濃度：14～16(×10¹⁷ atoms/cm³)

炭素濃度：<2.4(×10¹⁵ atoms/cm³)

熱処理を施すサンプル厚さ：2.0(mm)

【0014】このサンプルについて、次の熱処理を行なった。

① 熱処理温度：1280℃

熱処理時間：60分

熱処理雰囲気：dry O₂

② 熱処理温度：450℃

熱処理時間：2時間

熱処理雰囲気：dry O₂

20 ③ 熱処理温度：650℃

熱処理時間：2時間

熱処理雰囲気：dry O₂

④ 熱処理温度：850℃

熱処理時間：4時間

熱処理雰囲気：dry O₂

⑤ 熱処理温度：1150℃

熱処理時間：16時間

熱処理雰囲気：dry O₂

【0015】比較として、工程①④⑤、工程①②④⑤のみの熱処理を行なった。この場合の酸素析出量を測定し、図1に示した。酸素濃度の測定は赤外線吸収法によって行ない、酸素析出量は次の式によって算出した。

(酸素析出量) = (熱処理前の酸素濃度) - (熱処理後の酸素濃度)

工程①～⑤の熱処理を行なった場合の酸素析出量は6～7(×10¹⁷ atoms/cm³)と狭い範囲に収まり、結晶底部に向かっての酸素析出量の低下はなかった。それに対し、工程①④⑤、工程①②④⑤のみの熱処理の場合には、酸素析出量は、0.5(×10¹⁷ atoms/cm³)以下であった。

【0016】実施例2 <結晶成長方向の酸素析出分布の改善(2)>

実施例1と同様のサンプルを用いて、工程②③④⑤、工程②④⑤、工程④⑤の熱処理を行なった。この場合の酸素析出量を測定し、結果を図2に示した。工程②～⑤の熱処理を行なった場合の酸素析出量は、6～7(×10¹⁷ atoms/cm³)と狭い範囲に収っており、特に結晶底部の酸素析出量が低下しないことがわかった。それに対して、工程②④⑤のみの場合には酸素析出量は3～7(×10¹⁷ atoms/cm³)となり、結晶底部

に向かって減少することがわかった。工程④⑤のみの場合には酸素析出量は $0.4 \sim 7 (\times 10^{17} \text{ atoms/cm}^3)$ であり、結晶底部ではほとんど析出が起らなかった。

【0017】実施例3 <酸素析出量の制御>

工程①②③④⑤の熱処理において、③の熱処理時間を1時間と2時間の2種類行なうことで酸素析出量の制御を試みた結果を図3に示した。工程③の時間が2時間の場合には $6 \sim 7 (\times 10^{17} \text{ atoms/cm}^3)$ であった酸素析出量が、工程③の時間が1時間の場合には $3 \sim 4 (\times 10^{17} \text{ atoms/cm}^3)$ であった。これにより、工程③の熱処理に時間により酸素析出量が制御でき

ことがわかった。

*【0018】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、結晶成長方向の酸素析出分布を改善することができ、特に結晶底部の酸素析出量が低下せず、かつ所定の酸素析出量を結晶成長方向に均一に得ることができる。

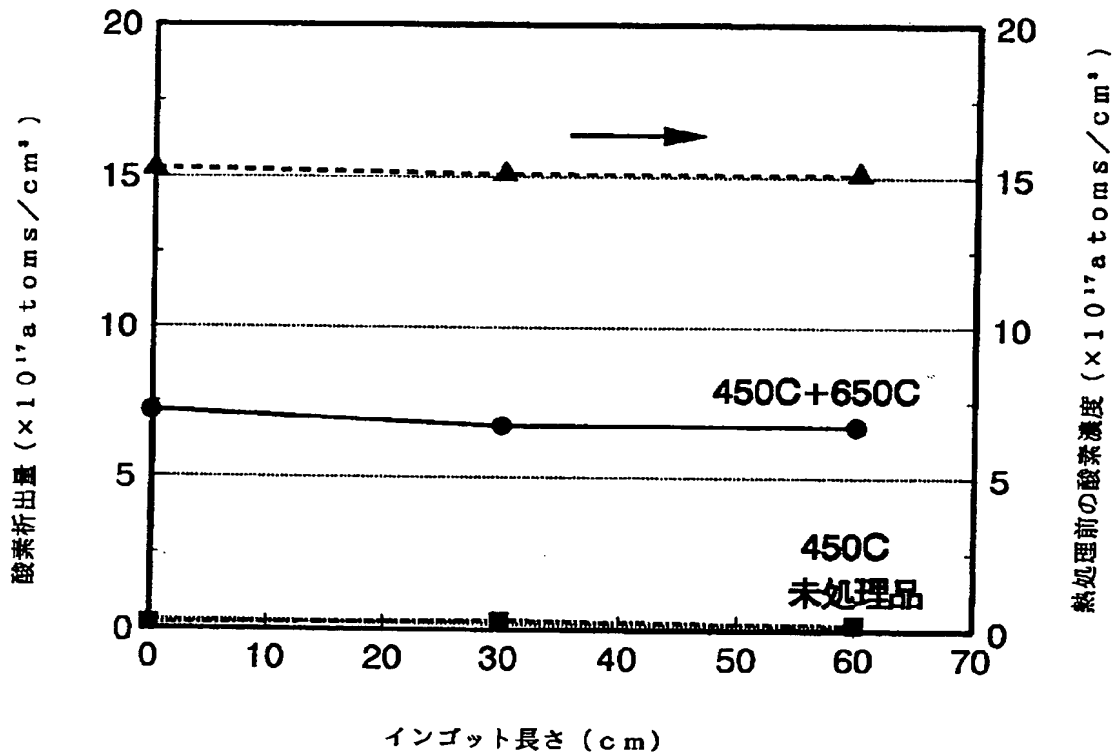
【図面の簡単な説明】

【図1】図1は実施例1における酸素析出量の変動を示すグラフである。

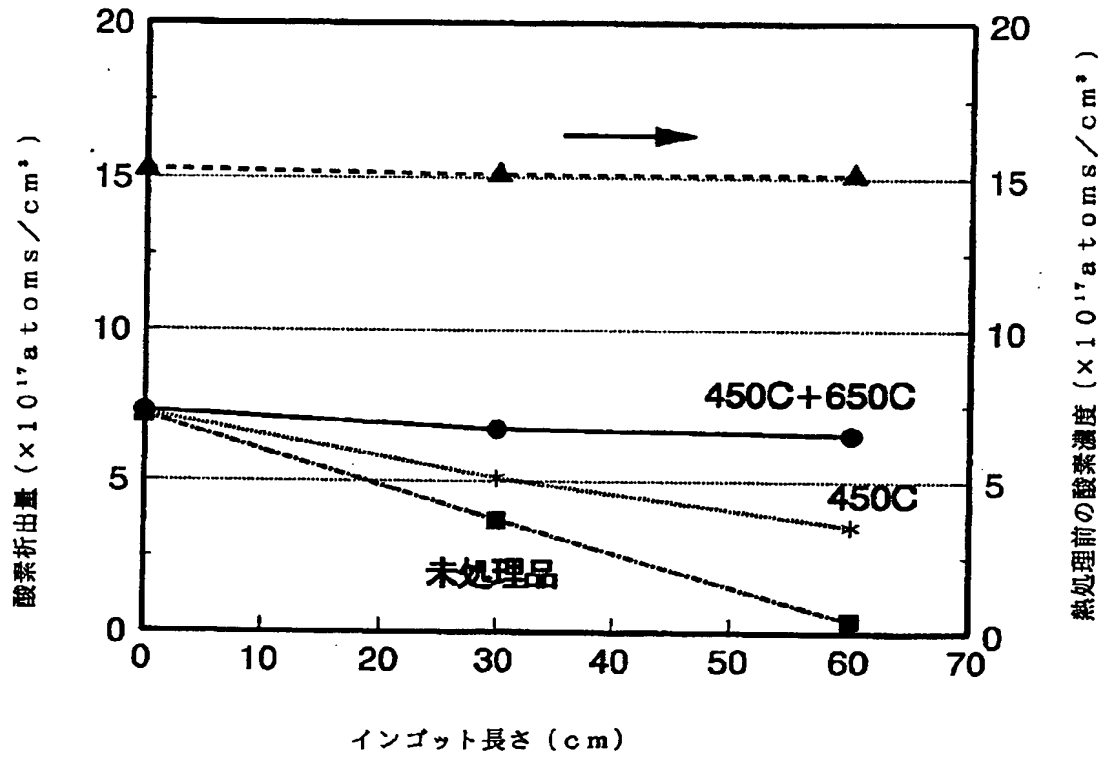
【図2】図2は実施例2における酸素析出量の変動を示すグラフである。

【図3】図3は実施例3における酸素析出量の変動を示すグラフである。

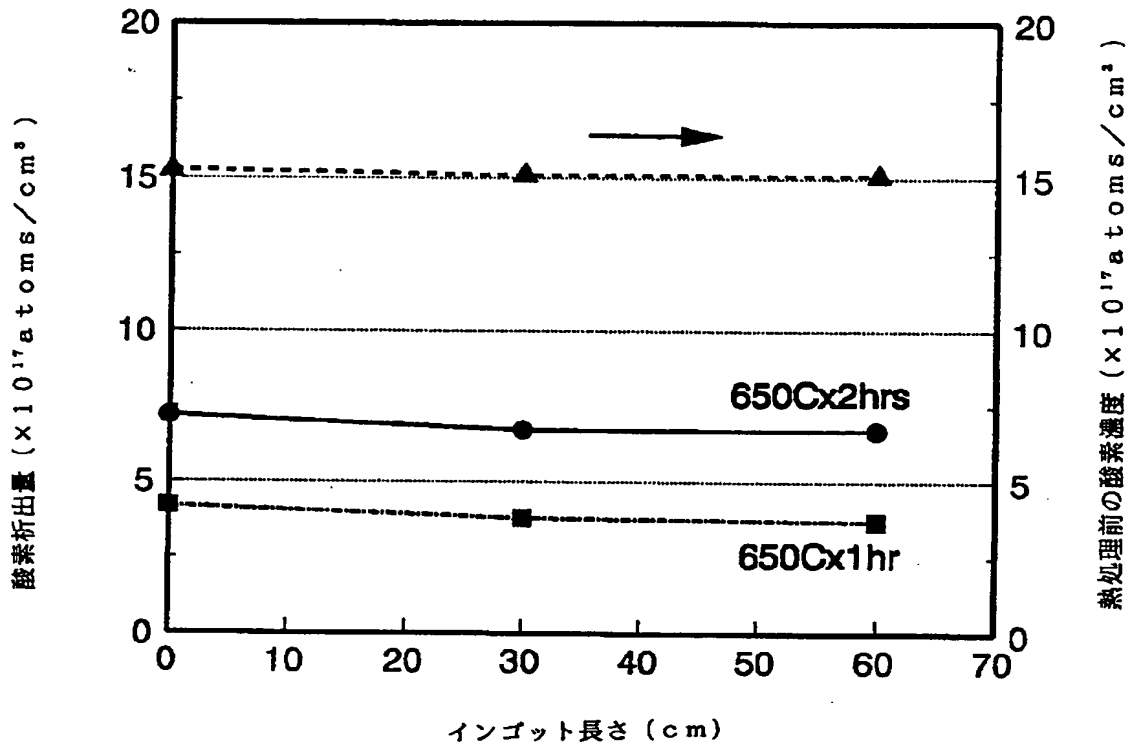
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 山岸 浩利
群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越半
導体株式会社半導体磯部研究所内